"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هیجدهم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۵

ارزیابی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جدید برنج (*Oryza sativa* L.) با منشاء ارقام محلی ایرانی

Analysis of grain yield stability of new rice (*Oryza sativa* L.) genotypes originated from Iranian local cultivars

مهرزاد اله‌قلی‌پور[1]

چکیده

م. اله قلی پور. ۱۳۹۵. ارزیابی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جدید برنج (*Oryza sativa* L.) با منشاء ارقام محلی ایرانی. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۸(٤):** ۳۰۱-۲۸۸.

اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای پژوهشگران علوم اصلاح‌نباتات دارای اهمیت ویژه‌ای بوده و آگاهی از آن به به‌نژادگران کمک می‌نماید تا بتوانند ژنوتیپ‌ها را با دقت بیشتری ارزیابی کرده و ژنوتیپ‌های برتر از نظر پایداری و عملکرد بالا را انتخاب نمایند. در این آزمایش تعداد ۱۳ ژنوتیپ اصلاح‌شده برنج با منشاء ارقام محلی ایرانی همراه با دو رقم هاشمی و صالح به عنوان شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه منطقه رشت، آبکنار و چپرسر طی دو سال (۱۳۹٤- ۱۳۹۳) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده نشان داد که عملکرد دانه ارقام برنج در سه مکان تفاوت معنی‌داری داشتند. نتایج حاصل از روش GGE بای‌پلات نشان داد که دو مولفه اصلی اول (معرف اثر اصلی ژنوتیپ) و دوم (معرف اثر متقابل ژنوتیپ در محیط) به ترتیب ۷۷ و ۲۰ درصد و در مجموع ۹۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. در این آزمایش، دو محیط بزرگ و مجزا مشخص شدند. اولین محیط بزرگ واقعی شامل مناطق رشت و آبکنار با ژنوتیپ‌های برتر RI18430-47، RI18430-56، RI18430-60، RI18430-87، RI18430-12 و RI18430-72 و دومین محیط بزرگ واقعی شامل منطقه چپرسر با ژنوتیپ برتر RI18430-77 بود. در بین ژنوتیپ‌های انتخابی از نظر میزان عملکرد دانه و پایداری، دو لاین RI18430-12 و RI18430-47 به دلیل دارا بودن میزان آمیلوز متوسط، طول دوره رشد و ارتفاع بوته مناسب و میزان برنج سفید بالاتر و برنج خرد کمتر، به عنوان لاین‌های برتر شناسایی شدند. دو ژنوتیپ انتخابی حاصل از تلاقی بین رقم اصلاح‌شده صالح (به عنوان والد مادری) و رقم محلی هاشمی (به عنوان والدی پدری) هستند. از نظر مورفولوژی و ساختار ظاهری، لاین RI18430-12 شبیه ارقام محلی بوده و دارای دانه‌های بلند و ریشک‌های کوتاه به رنگ سیاه می‌باشد. کیفیت پخت لاین خالص مذکور بسیار عالی و شبیه کیفیت پخت ارقام محلی مانند هاشمی و دمسیاه است، در حالی‌که لاین RI18430-47 شبیه رقم اصلاح‌شده صالح بوده و مانند آن دارای دانه‌های بلند و قطور و دارای ریشک بوده و کیفیت پخت آن به دلیل داشتن میزان آمیلوز متوسط (۲۱ درصد)، برتر از رقم صالح می‌باشد، اما نسبت به ارقام محلی ایرانی کیفیت پخت ضعیف‌تری دارد. ارتفاع بوته در هر دو ژنوتیپ انتخابی کوتاه بوده و جزء ژنوتیپ‌های زودرس تا میان‌رس محسوب می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، برنج، پایداری، تجزیه GGE بای‌پلات و محتوای آمیلوز دانه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/ ۱۱/۲۷ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۳۱۰۰-۰۴۰۸-۰۴-۰۳ می باشد.

۱- استادیار موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران
(پست الکترونیک: mehrzadallahgholipour@yahoo.com)

مقدمه

جمعیت جهان در حال حاضر با نرخ رشدی معادل یک میلیارد نفر در هر ۱۰ تا ۱۲ سال، رو به افزایش است و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۵ جمعیت جهان از ۷/۵ میلیارد نفرکنونی به حدود ۱۰ میلیارد نفر افزایش یابد (FAO, 2015). دسترسی به واریته‌های برنج با پتانسیل عملکرد و پایداری بالاتر برای تأمین غذای جمعیت در حال افزایش از اهداف ضروری و مهم به شمار می‌آید (Khush, 2005). سطح زیرکشت برنج در جهان ۱۶۳ میلیون هکتار و میزان تولید برابر ۷۲۰ میلیون تن شلتوک معادل ۴۹۴/۴ میلیون تن برنج سفید است. متوسط عملکرد شلتوک در دنیا برابر با ۴۴۱۰ کیلوگرم در هکتار می باشد (FAO, 2015). در ایران نیز برنج جایگاه ویژه‌ای دارد، به‌طوری‌که قسمت اعظم غذای مردم ایران به‌ویژه در استان‌های گیلان و مازندران را به خود اختصاص می‌دهد. سطح زیرکشت ارقام مختلف برنج در کل کشور ۵۳۹۰۹۱ هکتار با تولید ۲۳۴۷۲۹۰ تن شلتوک برآورد گردیده است. متوسط عملکرد برنج در ایران ۴۳۵۴ کیلوگرم در هکتار برآورد شده و مصرف سرانه آن حدود ۳۸ کیلوگرم می‌باشد، بنابراین هر ساله برای تامین برنج جمعیت کنونی نیاز به تولید ۷۰۰ تا یک میلیون تن برنج سفید می‌باشد (Anonymous, 2015). تولید محصولات کشاورزی را می‌توان از طریق افزایش بهره‌وری در استفاده از منابع مانند افزایش بهره‌وری در واحد زمین و پول و به واسطه درک و استفاده بهتر از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط افزایش داد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به دلیل حضور گسترده و پیامدهای آن، یک موضوع عمده بین به‌نژادگران، متخصصان ژنتیک، زراعت و زارعین است. وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، انجام آزمایش‌های چندمحیطی را ایجاب می‌کند که این موضوع منجر به تکوین و کاربرد معیارهای پایداری متعددی شده است. آگاهی از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به به‌نژادگران کمک می‌کند تا بتوانند ژنوتیپ‌ها را با دقت بیشتری ارزیابی کرده و ژنوتیپ‌های برتر از نظر پایداری و عملکرد بالا را انتخاب نمایند. روش‌های گوناگونی برای بررسی اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار ارائه شده است که شامل روش‌های پارامتری تک‌متغیره، چندمتغیره و ناپارامتری می‌باشند. اگرچه محاسبه و استفاده از روش‌های پارامتری تک‌متغیره و ناپارامتری آسان است، ولی این روش‌ها نمی‌توانند ماهیت پیچیده و چندبعدی اثرمتقابل را به خوبی تفسیر نمایند. از این‌رو استفاده از روش‌های چندمتغیره برای رفع این مشکل پیشنهاد شده است (Gauch, 2006؛Moreno- Gonzalez *et al*., 2004؛ Zobel *et al*., 1988). با استفاده از ویژگی‌های نمودار بای‌پلات (Gabriel, 1971) و روش چندمتغیره تجزیه به مولفه‌های اصلی، روش نوین GGE بای‌پلات معرفی شد (Yan *et al*., 2000). این روش بر خلاف مرسوم‌ترین روش چندمتغیره تجزیه پایداری که تنها اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط را مدنظر قرار می‌دهد، از اثر اصلی ژنوتیپ نیز استفاده می‌کند. روش GGE بای‌پلات با بهره‌گیری از روش‌های چندمتغیره و رسم نمودارهای دو بعدی، علاوه بر تجزیه و تحلیل مناسب داده‌ها، کار تفسیر نتایج را هم تسهیل می‌نماید و از این رو یک روش مناسب برای تجزیه پایداری محسوب می‌شود. به تصویر کشیدن نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها بسیار ارزشمندتر از ارائه آنها به صورت جدول است، به ویژه اگر پژوهشگر با مجموعه‌ای از داده‌های پیچیده روبرو باشد (Yan and Kang, 2003). بررسی اثرمتقابل ژنوتیپ× محیط در پی ابداع مفهوم اثرمتقابل متقاطع (Becker, 1981) یا تغییر رتبه (Huhn, 1996) معنی پیدا کرد، یعنی فقط اثرمتقابل ژنوتیپ× محیط متقاطع که موجب تغییر رتبه ارقام در محیط‌های مختلف می‌شود بر گزینش ژنوتیپ‌ها اثر می‌گذارد. برای تعیین اثرمتقابل متقاطع یا تغییر رتبه ارقام در محیط‌های مختلف، باید هردو اثر ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ× محیط در نظر گرفته شوند. به این معنی که بررسی اثرمتقابل

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

ژنوتیپ× محیط هنگامی که در ترکیب با اثر ژنوتیپ است، بسیار مفهوم دارد. اصطلاح GGE ترکیب G با GE است، بای‌پلاتی که اثر اصلی ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ× محیط را در مورد مجموعه داده‌های آزمایش چندمحیطی نشان می‌دهد، GGE بای‌پلات نامیده می‌شود.

درمورد بررسی آثار متقابل ژنوتیپ × محیط دربرنج گزارشات متعددی در دست است و مطالعات زیادی دراین زمینه صورت گرفته است. سامونته و همکاران (Samonte *et al.*, 2005) با ارزیابی شش ژنوتیپ برنج طی سه سال زراعی (۲۰۰۲-۲۰۰۰) در چهار منطقه تگزاس آمریکا با استفاده از دو روش AMMI و تجزیه رگرسیون مکانی GGE بای‌پلات، ژنوتیپ Cocodrie را به عنوان بهترین رقم از نظر عملکرد دانه و پایداری گزارش نمودند. مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2011) با ارزیابی ۱۴ ژنوتیپ برنج در نه محیط (سه منطقه طی سه سال) در شمال ایران با استفاده از تجزیه رگرسیون مکانی GGE بای‌پلات گزارش کردند که سه ژنوتیپ G12، G14 و G4 به ترتیب بیشترین میزان عملکرد دانه و پایداری را داشتند. لاکیو و همکاران (Lakew *et al.*, 2014) با ارزیابی ۱۶ ژنوتیپ برنج آپلند در سه منطقه در شمال غربی اتیوپی طی سه سال زراعی (۲۰۱۰-۲۰۰۸) با استفاده از دو روش AMMI و GGE بای‌پلات، ژنوتیپ شماره ۱۵ (G15) را به عنوان رقم پرمحصول پایدار و مقاوم به بیماری بلاست معرفی نمودند. الهقلی‌پور (Allahgholipour, 2016) با ارزیابی عملکرد دانه و پایداری ۱۰ رقم محلی و اصلاح‌شده برنج در سه منطقه رشت، آبکنار و چپرسر طی دو سال (۱۳۹۳- ۱۳۹۲) با استفاده از روش GGE بای‌پلات گزارش نمودند که لاین حاصل از تلاقی برگشتی [آبجی‌بوجی × (آبجی‌بوجی × صالح)] دارای پایداری متوسط و عملکرد دانه بالا (۵/۵-۵ تن در هکتار) بوده و از دوره رشد مناسب (۱۱۵-۱۱۰ روز)، میزان آمیلوز متوسط (۲۱-۲۰ درصد) و ارتفاع بوته مطلوب (۱۱۰-۱۰۵ سانتی‌متر) برخوردار می‌باشد. لاین مذکور با شباهت بسیار به ارقام محلی، خصوصاً رقم آبجی‌بوجی یا دم‌سرخ، به عنوان رقم برتر با عملکرد و پایداری مناسب انتخاب و در سال ۱۳۹۵ رسماً با نام گیلانه به عنوان یک رقم جدید برنج معرفی گردید. هدف از این مطالعه، ارزیابی پایداری عملکرد دانه لاین‌های امیدبخش حاصل از ارقام محلی برنج با استفاده از تجزیه رگرسیون مکانی GGE بای‌پلات و گزینش و معرفی ژنوتیپ(های) برتر از نظر عملکرد دانه و پایداری بوده است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۱۳ ژنوتیپ اصلاح‌شده با دارا بودن خصوصیات کمی و کیفی مطلوب و طول دوره رشد مناسب به همراه دو رقم هاشمی و صالح در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه منطقه رشت، آبکنار انزلی (گیلان) و ایستگاه تحقیقات برنج چپرسر (تنکابن- مازندران) طی دو سال (۱۳۹۴-۱۳۹۳) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این مطالعه لاین‌های مورد بررسی شامل RI18430-1، RI18430-12، RI18430-21، RI18430-27، RI18430-41، RI18430-47، RI18430-56، RI18430-60، RI18430-72، RI18430-75، RI18430-77، RI18430-83 و RI18430-87 بودند که تمامی آنها حاصل انتخاب از جمعیت اصلاحی هاشمی × صالح می‌باشند. لاین‌های امیدبخش مورد استفاده در این آزمایش کاملاً خالص بوده و حاصل گزینش از نسل دهم (F_{10}) می‌باشند. مساحت هر کرت ۱۸ مترمربع و فاصله نشاکاری ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف و ۲۵ سانتی‌متر بین ردیف و تعداد گیاهچه‌ها در هر کپه ۴-۳ عدد بود. در هر سال، خزانه‌گیری در فروردین و نشاکاری در اردیبهشت ماه در مرحله ۵-۴ برگی انجام شد. کلیه عملیات زراعی از قبیل آبیاری، کوددهی، مبارزه با علف‌های هرز و آفات مطابق توصیه‌های فنی

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. عملکرد دانه با برداشت محصول از مساحت ده مترمربع متن هر واحد آزمایشی، پس از حذف حاشیه، با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش توکی (با استفاده از نرم‌افزار MSTATC ver 1.42 و SPSS ver 9) بطور جداگانه برای هرسال انجام شد و در پایان دو سال آزمایش، پس از اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه‌های آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت، تجزیه واریانس مرکب با فرض تصادفی بودن اثر سال و مکان وثابت بودن اثر ژنوتیپ و آزمون F بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات انجام شد. با معنی‌دارشدن اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط برای صفت عملکرد دانه، تجزیه پایداری به روش تجزیه رگرسیون مکانی GGE بای‌پلات (Yan and Kang 2003؛ Yan *et al*., 2001) با استفاده از نرم‌افزار GGEbiplot ver 3.8 انجام شد. تجزیه GGE بای‌پلات بر اساس تجزیه به مقادیر منفرد (Singular value decomposition) با استفاده از رابطه زیر انجام شد:

$$Yij - \mu - \beta j = \sum \lambda l\, \xi il \eta lj + \varepsilon ij \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

Yij میانگین ژنوتیپ i در محیط j، μ میانگین کل، βj اثر اصلی محیط j، λl مقادیر منفرد برای مولفه اصلی (PCl, l=1,2 و برای بای‌پلات دو بعدی)، ηlj بردار ویژه محیط j برای PCl و εij باقیمانده مدل هستند. این روش در واقع نوعی تجزیه به مولفه‌های اصلی برای مجموع اثر اصلی ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط است که در آن از راهبرد تجزیه به مقادیر منفرد استفاده می‌شود. داده‌های مربوط به ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها به صورت یک ماتریس دو طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقادیر و بردارهای ویژه ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها استخراج می‌شوند. برای مقیاس‌بندی متقارن (Symmetrical scaling) بردارهای ویژه ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها از روابط زیر استفاده شد:

$$\xi il^* = \lambda l^{1/2}\, \xi il = (\lambda l\, \xi ik)\, \lambda l^{1/2} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

$$\eta jl^* = \lambda l^{1/2}\, \eta jl = \eta jl\, \lambda l^{1/2} \qquad \text{(رابطه ۳)}$$

مقدار منفرد برای یک مولفه اصلی برابر ریشه دوم مجموع مربعات توجیه شده توسط آن مولفه اصلی است، بنابراین ریشه دوم مقادیر منفرد برای مولفه اصلی llام بر اساس رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\lambda l^{1/2} = (xl\ n)^{1/4} \qquad \text{(رابطه ۴)}$$

xl مقدار منفرد برای مولفه اصلی llام و n تعداد ژنوتیپ‌ها هستند. پس از مقیاس‌بندی متقارن بردارهای ویژه ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها، مقادیر مورد نیاز برای رسم نمودارهای بای‌پلات حاصل می‌شود (Yan and Kang 2003). نرم‌افزار GGE بای‌پلات به‌طور خودکار تمامی این مراحل را انجام داده و نمودارهای مورد نیاز را تولید می‌کند. به عبارت دیگر میانگین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های آزمایش به صورت یک ماتریس دو طرفه به نرم‌افزار معرفی شد. در این تحقیق نمودارهای بای‌پلات بر اساس چهار الگوی زیر رسم شدند:

۱. کدام ژنوتیپ برای کدام محیط مناسب‌تر است (Which- Win- Where).

۲. رتبه‌بندی گرافیکی ژنوتیپ‌ها بر اساس ترکیب همزمان عملکرد دانه و پایداری

۳. رتبه‌بندی گرافیکی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ فرضی ایده‌آل

۴. گروه‌بندی محیط‌ها بر اساس میزان تشابه و تفاوت آن‌ها در تفکیک ژنوتیپ‌ها

نتایج و بحث

مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج نشان داد که لاین RI18430-56 و RI18430-60 به ترتیب با ۷۱۶۷ و ۷۰۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را در منطقه رشت در سال اول آزمایش داشتند. سه لاین RI18430-47، RI18430-56 و RI18430-87 به ترتیب با ۶۳۱۰، ۶۱۰۷ و ۶۰۱۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را در سال دوم در منطقه رشت

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

داشتند. عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هر سه مکان در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود. این موضوع را می‌توان به مناسب بودن شرایط آب و هوایی در سال اول منتسب نمود. لاین‌های RI18430-47 با دامنه عملکرد دانه بین ۶۳۱۰-۵۰۵۰ کیلوگرم در هکتار و رقم اصلاح‌شده صالح با دامنه عملکرد ۴۶۳۰-۴۳۴۷ کیلوگرم در هکتار و رقم محلی هاشمی با دامنه عملکرد دانه ۳۵۷۳-۳۳۱۷ کیلوگرم در هکتار، کمترین نوسان را در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی طی دو سال داشتند (جدول ۱). متفاوت بودن عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در محیط‌های مختلف به‌وضوح نقش محیط و اهمیت مطالعه اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط در برنامه‌های اصلاحی برنج را نشان می‌دهد. به همین دلیل هرساله آزمایش‌های مقایسه عملکرد در محیط‌های مختلف برای محصولات زراعی در سرتاسر دنیا انجام می‌شود (Ma *et al.*, 2004). جهت گزینش و معرفی ارقام اصلاح شده جدید، داده‌های حاصل از آزمایش یک سال و یک مکان به علت واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها به سال‌ها و مکان‌های مختلف نمی‌تواند مبنای صحیحی برای مقایسه و انتخاب قرارگیرد. وجود اثر متقابل ژنوتیپ× محیط ایجاب می‌کند که عملکرد ژنوتیپ‌ها در دامنه وسیعی از تغییرات محیطی در مکان‌ها و سال‌های مختلف مورد ارزیابی قرارگیرد تا بر مبنای اطلاعات حاصله بتوان کارآیی مربوط به گزینش و معرفی ارقام را افزایش داد. بنابراین به منظور محاسبه اثر متقابل ژنوتیپ× محیط، تجزیه مرکب برای داده‌های حاصل از ارزیابی خصوصیات مختلف در سال‌ها و مکان‌های مختلف انجام شد. با توجه به معنی‌دار نبودن تفاوت واریانس‌های اشتباه آزمایشی در آزمایش‌های مختلف بر اساس آزمون بارتلت (Chi-square =۱/۵۴۵)، نسبت به ادغام اشتباهات آزمایشی و انجام تجزیه مرکب مبادرت شد.

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال برای صفت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) و نشان‌دهنده غیریکسان بودن عوامل جوی، خاک و سایر عوامل طی

جدول ۱ - مقایسه میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های برنج به تفکیک منطقه و سال

Table 1. Mean comparison of grain yield of rice genotypes (kg/ha) for locations and years

		۱۳۹۳ 2014			۱۳۹۴ 2015		
ژنوتیپ‌های برنج Rice genotypes	والدین Parents	رشت Rasht	آبکنار Abkenar	چپرسر Chaparsar	رشت Rasht	آبکنار Abkenar	چپرسر Chaparsar
RI18430-1	هاشمی × صالح	4397^{def}	3290^{f}	5277^{bcd}	4940^{cdef}	4443^{cde}	4663^{ab}
RI18430-12	هاشمی × صالح	5437^{bcd}	3987de	5877^{a}	5093^{cde}	5050^{ab}	4300^{bc}
RI18430-21	هاشمی × صالح	5157^{bcd}	4213^{cd}	4163^{g}	5290^{bcd}	5040^{ab}	5577^{a}
RI18430-27	هاشمی × صالح	3927^{ef}	3637^{ef}	5123^{cde}	5843^{ab}	4140^{e}	5377^{a}
RI18430-41	هاشمی × صالح	4943^{bcde}	5277^{a}	5277^{bcd}	4467^{f}	3563^{f}	3257^{d}
RI18430-47	هاشمی × صالح	5613^{bc}	5667^{a}	5050^{def}	6310^{a}	5260^{a}	5327^{a}
RI18430-56	هاشمی × صالح	7167^{a}	5757^{a}	5410^{abcd}	6107^{a}	4730^{bcd}	5360^{a}
RI18430-60	هاشمی × صالح	7020^{a}	5507^{a}	5787^{ab}	5370^{bc}	4380^{cde}	4610^{ab}
RI18430-72	هاشمی × صالح	5620^{b}	4640^{bc}	5760^{ab}	5277^{bcd}	4470^{cde}	5290^{ab}
RI18430-75	هاشمی × صالح	4460^{cdef}	3680^{ef}	5653^{abc}	5033^{cdef}	4297de	5297^{ab}
RI18430-77	هاشمی × صالح	5763^{b}	4747^{b}	5713^{ab}	5210^{cde}	3573^{f}	5470^{a}
RI18430-83	هاشمی × صالح	4947^{bcde}	4167^{cd}	4510^{fg}	4713^{def}	4797^{abc}	5130^{ab}
RI18430-87	هاشمی × صالح	5157^{bcd}	4637^{bc}	5300^{bcd}	6010^{a}	4243^{e}	4667^{ab}
Saleh	صالح	4347^{def}	4450^{bcd}	4630^{efg}	4653^{ef}	4437^{cde}	4560^{ab}
Hashemi	هاشمی	3573^{f}	3520^{ef}	3530^{h}	3403^{g}	3317^{f}	3340^{cd}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Tukey's test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

دو سال آزمایش بوده که به تبع آن تفاوت‌هایی در عملکرد دانه ایجاد شده است. اثر مکان نیز بسیار معنی‌دار و نشان‌دهنده متفاوت بودن عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در مکان‌های مختلف و اثر عوامل مختلف محیطی بر عملکرد دانه بود. با وجود معنی‌دار شدن آثار اصلی سال و مکان، اثر متقابل سال× مکان معنی‌دار نبود. از دلایل معنی‌دار نشدن اثرمتقابل سال× مکان می‌توان به خنثی شدن اثرات مکان‌ها و سال‌های مختلف با یکدیگر اشاره نمود. به نظر می‌رسد که اثرات مثبت و منفی سال‌ها و مکان‌های مختلف، یکدیگر را خنثی نموده و مانع از معنی‌دار شدن این عامل شده‌اند. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری را از نظر عملکرد دانه داشتند که نمایانگر اختلاف بین ارقام از نظر ژنتیکی می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ× سال و اثرمتقابل سه جانبه ژنوتیپ× سال× مکان برای عملکرد دانه معنی‌دار بود و بدین معنی‌است که ژنوتیپ‌های مختلف، عملکرد متفاوتی در ترکیبات مختلف سال و مکان داشتند. با توجه به معنی‌دار نشدن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان برای عملکرد دانه، به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی عکس‌العمل مشابهی در مکان‌های مختلف داشتند، ولی معنی‌دار شدن اثرمتقابل سه جانبه ژنوتیپ × سال × مکان برای این صفت نشان‌دهنده وجود اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط بود و برای شناسایی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی که نوسان عملکرد کمتری از سالی به سال دیگر داشتند، مبادرت به اجرای تجزیه پایداری شد.

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب، سهم هریک از منابع محیط، ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط برای عملکرد دانه برآورد گردید (جدول ۲). نتایج نشان داد که سهم اثر اصلی محیط از سهم اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بیشتر بود که نشان‌دهنده آن است که صفت مذکور در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه کمی بیشتر تحت تاثیر عوامل غیرقابل کنترل و تصادفی محیط بوده و سهم اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط آنها کمتر بود (جدول ۲). نتایج سایر پژوهش‌ها نشان داده است که در بیشتر آزمایش‌های تجزیه پایداری اثر اصلی محیط زیاد است، در حالی‌که تغییرات توجیه شده به وسیله اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط که قابل توصیه و تفسیر می‌باشند، کم است. با توجه به اینکه محیط یک عامل غیرقابل کنترل است، از این‌رو در روش GGE بای‌پلات از منابع تغییرات ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط استفاده می‌شود تا بتوان نتایج قابل اعتمادی را به دست آورد (Yan *et al.*, 2000؛ Yan *et al.*, 2007). روش تجزیه گرافیکی GGE بای‌پلات به دلیل استفاده همزمان از اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نسبت به روش مرسوم AMMI که تنها اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را مد نظر قرار می‌دهد، نتایج جامع و قابل قبول‌تری را ارائه می‌نماید. بنابراین با توجه به سهم قابل توجه اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌توان انتظار داشت که نتایج حاصل از تجزیه پایداری معتبر و قابل اعتماد باشد.

در این آزمایش، دامنه عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج مورد ارزیابی ۷/۹۱–۲/۰۸ تن در هکتار بود و نتایج حاصل از برآورد میانگین صفات در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در سه منطقه طی دو سال (۶ محیط) نشان داد که لاین RI18430-56 با ۰/۲۱ ± ۵۷۶۱ کیلوگرم در

جدول ۲ – سهم آثاراصلی ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج

Table 2. Proportion of the genotype, environment and G×E interaction effects for grain yield of rice genotypes

S.O.V منابع تغییر		Variance (%) واریانس
Environment	اثر اصلی محیط	35.4
Genotype	اثر اصلی ژنوتیپ	33.7
Genotype × Environment	اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط	30.9

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

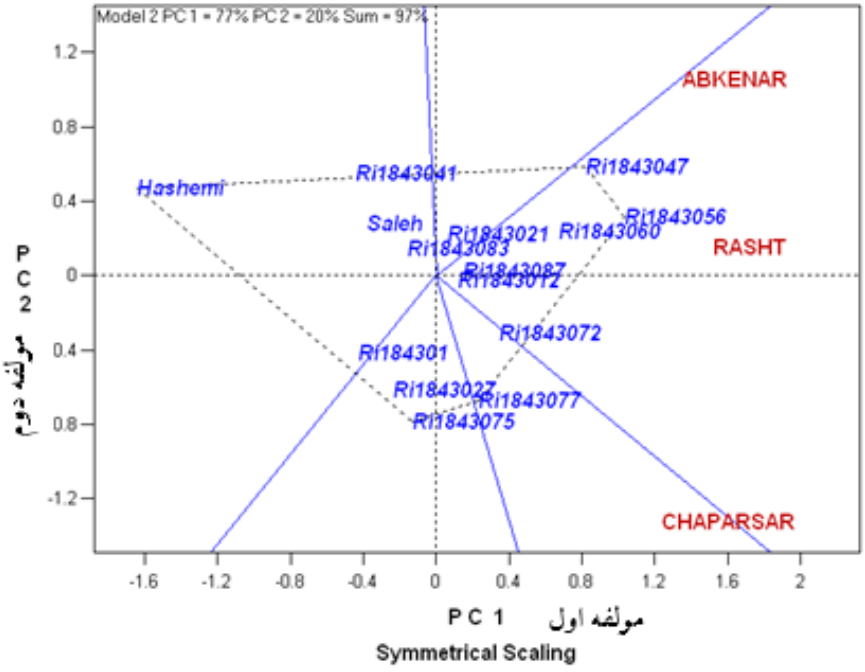
هکتار بیشترین و رقم محلی هاشمی با ۰/۲۱ ± ۳۴۳۰ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد را داشتند. بررسی روند تغییرات میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های برنج در سه منطقه طی دو سال آزمایش نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی روند تغییرات عملکرد ثابت و مشخصی را در شرایط محیطی مختلف نداشتند و از نظر عملکرد دانه در محیط‌های مختلف دارای نوسانات زیادی بودند که این موضوع نشان‌دهنده اثر متقابل ژنوتیپ × محیط از نوع تغییر در رتبه است. با توجه به وجود اثر متقابل تغییر در رتبه یا کراس‌اور، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین معمولی قادر به توجیه پایداری و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر نیست و لازم است تا با استفاده از روش‌های آماری پیشرفته، ماهیت پیچیده این نوع اثر متقابل بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا بتوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بیشتر و پایدار را شناسایی نمود.

نتایج حاصل از تجزیه GGE بای‌پلات نشان داد که دو مولفه اصلی اول (معرف اثر اصلی ژنوتیپ) و دوم (معرف اثر متقابل ژنوتیپ × محیط) به ترتیب ۷۷ و ۲۰ درصد و در مجموع ۹۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (شکل ۱)، بنابراین دو مولفه اول و دوم می‌توانند به منظور توجیه عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گیرند. لاکیو و همکاران (Lakew *et al.*, 2014) با ارزیابی ژنوتیپ‌های آپلند برنج در محیط‌های مختلف با استفاده از روش GGE بای‌پلات گزارش کردند که دو مولفه اصلی اول و دوم، به ترتیب ۳۳/۹ و ۲۵/۸ درصد و در مجموع ۵۹/۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را برای عملکرد دانه توجیه کردند. الهقلی‌پور (Allahgholipour, 2016) نیز با ارزیابی ارقام امیدبخش برنج در سه منطقه طی دو سال زراعی با استفاده از روش GGE بای‌پلات اعلام نمود که دو مولفه اصلی اول و دوم به ترتیب ۶۵ و ۲۷ درصد و در مجموع ۹۲ درصد از تغییرات کل مربوط به عملکرد دانه ارقام را توجیه می‌نمایند. در این ارزیابی، شش ژنوتیپ شامل لاین حاصل از تلاقی برگشتی سپیدرود × (محمدی × سپیدرود)، لاین حاصل از تلاقی برگشتی آبجی‌بوجی × (آبجی‌بوجی × صالح)، لاین RI18446-13 (لاین حاصل از تلاقی سالاری × سپیدرود)، حسنی، آبجی‌بوجی و لاین RI18435-13 (لاین حاصل از تلاقی اهلمی‌طارم × صالح) در رأس چندضلعی قرار گرفتند.

برای شناسایی محیط‌های بزرگ و ژنوتیپ‌های برتر، نمودار چندضلعی GGE بای‌پلات، با استفاده از میانگین دو ساله عملکرد دانه در سه منطقه رسم شد. در این شکل، ژنوتیپ‌هایی که حداکثر فاصله را از مبدأ بای‌پلات دارند، توسط خطوط مستقیمی به یکدیگر وصل شده و یک چندضلعی حاصل می‌شود. سپس از مبدأ مختصات، خطوطی عمود بر اضلاع این چندضلعی رسم شده و محیط‌های بزرگ مشخص می‌شوند. ژنوتیپ‌های واقع در رأس چندضلعی هر محیط، ارقام برتر آن محیط محسوب می‌شوند (Yan *et al.*, 2000). بر اساس نحوه قرارگرفتن ژنوتیپ‌ها در چندضلعی بدست آمده، پنج بخش حاصل گردید که ژنوتیپ‌های موجود در هر بخش دارای شباهت زیادی با یکدیگر بودند و پنج ژنوتیپ شامل لاین‌های RI18430-47، RI18430-56، RI18430-77، RI18430-75 و رقم محلی هاشمی در رأس چندضلعی قرارگرفتند (شکل ۱). این ارقام از نظر عملکرد دانه بهترین یا ضعیف‌ترین در بعضی از محیط‌ها و یا همه محیط‌ها بودند، زیرا بیشترین فاصله را از مرکز بای‌پلات داشتند. بر این اساس، لاین‌های RI18430-47، RI18430-56 و RI18430-77 در مناطق آبکنار، رشت و چپرسر بیشترین عملکرد دانه را داشتند، در حالی‌که ژنوتیپ RI18430-75 و رقم محلی هاشمی علیرغم واقع‌شدن در رأس چندضلعی، در هیچ‌یک از محیط‌ها عملکرد دانه خوبی نداشتند و جزء ژنوتیپ‌های ضعیف در این آزمایش بودند. بنابراین، لاین‌های RI18430-41، RI18430-83 و رقم صالح با قرار گرفتن در بخش مربوط به رقم محلی هاشمی و لاین‌های RI18430-1 و

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

RI18430-27 با قرار گرفتن در بخش مربوط به لاین RI18430-75 جزء ارقام با عملکرد دانه ضعیف می‌باشند (شکل ۱). در این آزمایش، دو محیط بزرگ و مجزا مشخص گردید. اولین محیط بزرگ واقعی شامل مناطق رشت و آبکنار با ژنوتیپ‌های برتر RI18430-47، RI18430-56، RI18430-60، RI18430-87، RI18430-12 و RI18430-72 و دومین محیط بزرگ واقعی شامل منطقه چپرسر با ژنوتیپ برتر RI18430-77 بود. مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2011) به منظور انتخاب ژنوتیپ پرمحصول و پایدار با استفاده از روش GGE بای‌پلات سه محیط بزرگ واقعی را شناسایی و ژنوتیپ شماره ۱۲ را به عنوان ژنوتیپ برتر و ایده‌آل معرفی نمودند. الهقلی‌پور (Allahgholipour, 2016) نیز با ارزیابی اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط با استفاده از روش GGE بای‌پلات دو محیط بزرگ و مجزا را شناسایی و ژنوتیپ‌های RI18446-13، BC25 و BC4 را به عنوان لاین‌های برتر معرفی نمودند.



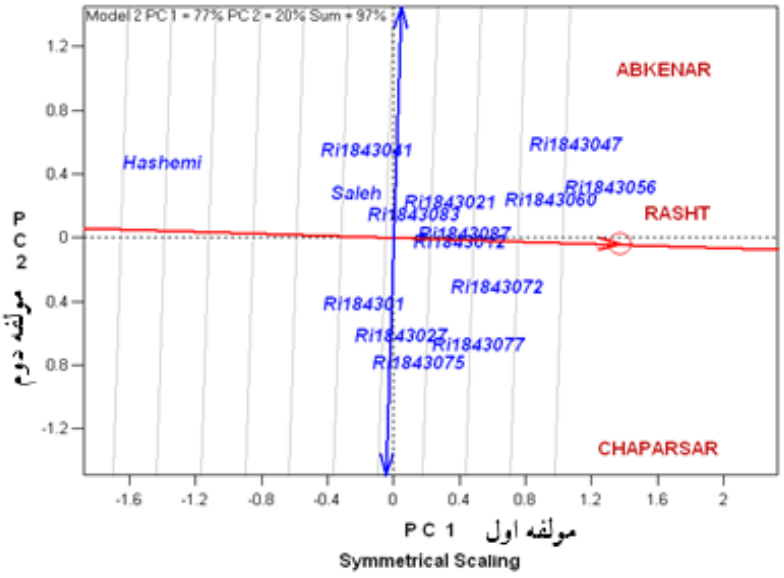
شکل ۱ – نمودار چندضلعی بای‌پلات برای شناسایی محیط‌های بزرگ و ژنوتیپ‌های برتر برنج

Fig. 1. GGE biplot polygon for identification of mega-environments and superior rice genotypes

استفاده از نمودار دوبعدی مختصات تستر متوسط در روش GGE بای‌پلات از روش‌های مفید و موثر تجزیه پایداری به شمار می‌رود و اطلاعات خوبی از نحوه تظاهر ژنوتیپ‌های مورد بررسی ارائه می‌دهد (Kaya *et al.*, 2006؛ Samonte *et al.*, 2005). از نمودار محور پایداری یا دوبعدی مختصات تستر متوسط (Average tester coordinate) برای بررسی همزمان پایداری و عملکرد ژنوتیپ‌ها استفاده می‌شود. خط افقی با دایره و پیکان نشان‌دهنده پایداری است و هر ژنوتیپی که به این محور نزدیک باشد، پایدارتر است (Yan *et al.*, 2000). خط عمودی نشان‌دهنده میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها است و ژنوتیپ‌های موجود در سمت چپ این خط دارای عملکرد پایین‌تر و ژنوتیپ‌های موجود در سمت راست این خط دارای

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

عملکرد بالاتر از میانگین کل می‌باشند. بر این اساس، ترتیب ژنوتیپ‌ها از نظر پایداری به صورت RI18430-77 > RI18430-1 > RI18430-27 > > RI18430-75 > RI18430-47 = RI18430-41= هاشمی > RI18430-56 > صالح > RI18430-72 = RI18430-60 = RI18430-21 > RI18430-83 > RI18430-87 -RI18430 = 12 و از نظر عملکرد دانه به صورت هاشمی > > RI18430-41 صالح= RI18430-1 > RI18430-27 = > RI18430-21> RI18430-75 RI18430-83 > > RI18430-12 = RI1843087 > RI18430-77 > RI18430-56 > RI18430-47 > RI18430-72 RI18430-60 > می‌باشد (شکل ۲). به منظور گزینش ژنوتیپ (های) برتر از نظر میزان عملکرد دانه و پایداری، ارقام و لاین‌های برنج مورد بررسی بر اساس این دو معیار مهم رتبه‌بندی شده و نتیجه حاصل از آن در جدول ۴ ارائه شده است. از آنجائیکه در انتخاب ژنوتیپ برتر برای محیط‌های مختلف، بایستی هر دو عامل عملکرد و پایداری در نظر گرفته شود، ابتدا ژنوتیپ‌ها بر اساس میزان عملکرد دانه و پایداری رتبه‌بندی شده و میانگین رتبه‌ها برآورد و سپس ژنوتیپ‌ها با توجه به میانگین رتبه‌ها مجدداً رتبه‌بندی شدند. با در نظرگرفتن رتبه ژنوتیپ‌ها از نظر میزان عملکرد دانه و پایداری به صورت توأمان لاین‌های RI18430-56 با رتبه ۱، RI18430-60 با رتبه ۲ و سه لاین RI18430-72، RI18430-12 و RI18430-87 با رتبه ۳ و لاین RI18430-47 با رتبه ۴ به عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند (جدول ۳).



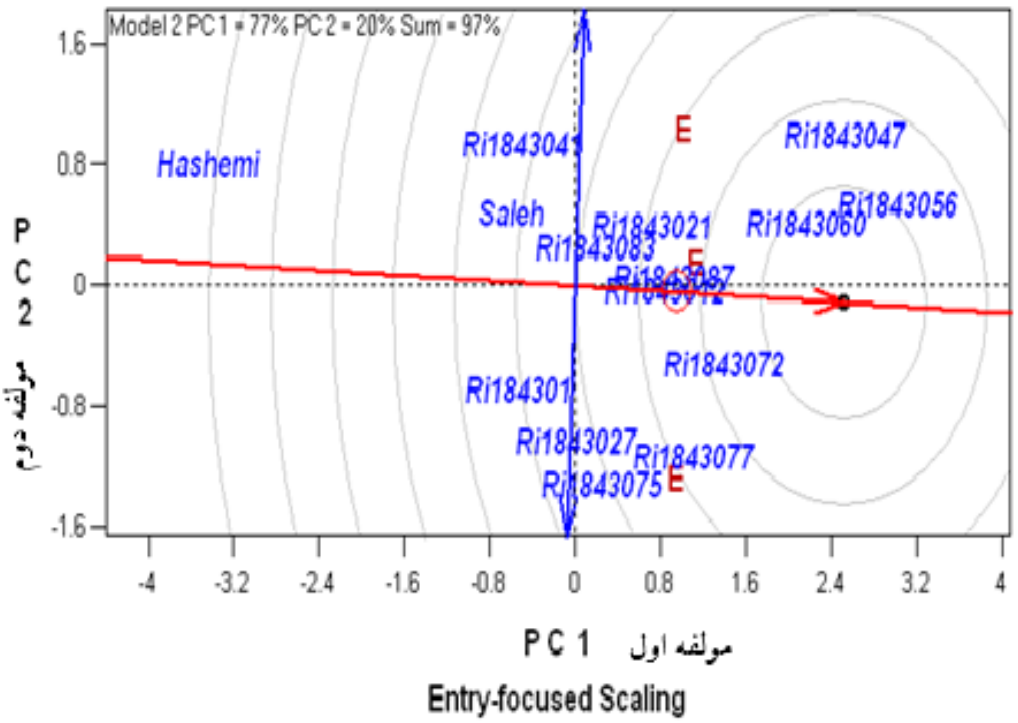
شکل ۲ – نمودار دو بعدی مختصات تستر متوسط بای‌پلات برای بررسی همزمان پایداری و عملکرد ژنوتیپ‌های برنج

Fig. 2. Average tester coordination (ATC) views of the GGE-biplot for performance and stability of the rice genotypes

نمودار ژنوتیپ مطلوب بر اساس تعیین فاصله ژنوتیپ‌ها از ژنوتیپ مطلوب فرضی است. این ژنوتیپ مطلوب فرضی بر اساس پایدارترین و پرمحصول‌ترین ژنوتیپ تعریف می‌شود. چنین ژنوتیپی بر اساس بیشترین طول روی بردار میانگین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و دارای حداقل نقش در اثر متقابل ژنوتیپ × محیط تعریف شده است، به طوری‌که در نمودار، ژنوتیپ مطلوب فرضی به صورت یک دایره کوچک

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

روی محور میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها نشان داده می‌شود و هر ژنوتیپی که نزدیک‌ترین فاصله را از این ژنوتیپ فرضی داشته باشد، به عنوان ژنوتیپ برتر محسوب می‌شود (Yan and Kang, 2003). برای استفاده از ژنوتیپ مطلوب به عنوان مرکز ارزیابی، دایره‌های هم‌مرکزی در بای‌پلات به منظور تعیین گرافیکی فاصله بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی با ژنوتیپ مطلوب ایجاد شد (شکل ۳). هر ژنوتیپی که در مرکز دایره‌ها بوده و یا نزدیک‌ترین فاصله را از این ژنوتیپ فرضی داشته باشد، به عنوان یک ژنوتیپ برتر با عملکرد و پایداری بالا محسوب می‌شود. در شکل ۳، دو لاین RI18430-12 و RI18430-87 کمترین فاصله را از ژنوتیپ مطلوب فرضی دارد، بنابراین برترین ژنوتیپ‌ها هستند و پس از آنها لاین‌های RI18430-83، RI18430-21 و RI18430-60 مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در مقابل، ژنوتیپ‌های RI18430-75 و هاشمی بیشترین فاصله را از این ژنوتیپ فرضی دارند و به عنوان نامناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در این آزمایش بودند. در بین ژنوتیپ‌های انتخابی از نظر میزان عملکرد دانه و پایداری، دو لاین RI18430-12 و RI18430-47 به دلیل برخورداری از میزان آمیلوز متوسط، طول دوره رشد و ارتفاع بوته مناسب و دارا بودن میزان برنج سفید بالا و برنج خرد کمتر، به عنوان لاین‌های برتر شناسایی شدند. لازم به ذکر است که سه لاین RI18430-60، RI18430-72 و RI18430-87 به دلیل دارا بودن میزان آمیلوز بالا (۲۵-۲۴ درصد) و متعاقب آن عدم کیفیت پخت مناسب و میزان برنج خرد بالا و لاین RI18430-56 با دارا بودن خصوصیات کمی و کیفی مناسب، به دلیل خرد شدن دانه برنج بعد از پخت، علیرغم پایداری و دارا بودن عملکرد دانه مناسب مورد گزینش نهایی واقع نشدند (جدول ۵).



شکل ۳- نمودار ژنوتیپ مطلوب بای‌پلات برای مقایسه ژنوتیپ‌های برنج بر اساس پایداری و عملکرد دانه

Fig. 3. GGE biplot for comparing the studied rice genotypes with the ideal genotype

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

جدول ۳- رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج مورد ارزیابی از نظر عملکرد دانه و پایداری

Table 3. Ranking of the studied rice genotypes based on grain yield and stability

ژنوتیپ‌های برنج Rice genotype	رتبه عملکرد دانه Rank of grain yield	رتبه پایداری Rank of stability	میانگین دو رتبه Mean of ranks	رتبه نهایی Final rank	عملکرد دانه Grain yield		پایداری Stability	
RI18430-1	11	4	7.5	7	Intermediate to Low	متوسط به پایین	Intermediate	متوسط
RI18430-12	6	1	3.5	3	Intermediate to High	متوسط به بالا	High	بالا
RI18430-21	7	3	5	5	Intermediate to High	متوسط به بالا	High	بالا
RI18430-27	10	5	7.5	7	Intermediate to Low	متوسط به پایین	Low	پایین
RI18430-41	11	7	9	9	Intermediate to Low	متوسط به پایین	Intermediate	متوسط
RI18430-47	2	7	4.5	4	High	پرمحصول	Intermediate	متوسط
RI18430-56	1	3	2	1	High	پرمحصول	Intermediate	متوسط
RI18430-60	3	3	3	2	High	پرمحصول	High	بالا
RI18430-72	4	3	3.5	3	Intermediate to High	متوسط به بالا	Intermediate	متوسط
RI18430-75	8	8	8	8	Intermediate to Low	متوسط به پایین	Low	پایین
RI18430-77	5	6	5.5	6	Intermediate to High	متوسط به بالا	Low	پایین
RI18430-83	9	2	5.5	6	Intermediate to Low	متوسط به پایین	High	بالا
RI18430-87	6	1	3.5	3	ntermediate to High	متوسط به بالا	High	بالا
Hashemi	13	7	10	10	Low	کم محصول	Intermediate	متوسط
Saleh	12	3	7.5	7	Intermediate to Low	متوسط به پایین	Intermediate	متوسط

جدول ۴- خصوصیات مهم کمی و کیفی ژنوتیپ‌های برنج انتخابی برتر

Table 4. Important quantitative and qualitative characteristics of the superior selected rice genotypes

ژنوتیپ‌های برنج Rice genotype	رتبه پایداری و عملکرد دانه Rank of stability and grain yield	عملکرد دانه Grain Yield (kg.ha^{-1})	میزان آمیلوز Amylose content (%)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	دوره رشد Growth duration (day)	برنج سفید Head rice recovery (%)	برنج خرد Broken rice (%)
RI18430-12	1	4960	21.8	112.2	112.2	62.3	8.9
RI18430-47	2	5540	21.4	107.3	115	53.9	12.5
RI18430-56	3	5760	21.3	110.3	115	56.8	17.7
RI18430-60	3	5540	24	109.3	121	54	20.1
RI18430-72	3	5180	25	109.6	115	50.8	27.3
RI18430-87	4	5000	24.6	114.3	125	55.5	20

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

دو ژنوتیپ انتخابی (RI18430-12 و RI18430-47)، حاصل تلاقی بین رقم اصلاح‌شده صالح به عنوان والد مادری و رقم محلی هاشمی به عنوان والدی پدری هستند. لاین RI18430-12 از نظر مورفولوژی و ساختار ظاهری شبیه ارقام محلی بوده و دارای دانه‌های بلند و ریشک‌های کوتاه به رنگ سیاه می‌باشد. کیفیت پخت این لاین خالص بسیار عالی و شبیه کیفیت پخت ارقام محلی مانند هاشمی و دمسیاه است. در مقابل لاین RI18430-47 شبیه رقم اصلاح‌شده صالح بوده و همانند آن دارای دانه‌های بلند و قطور است. دانه‌ها دارای ریشک کوتاه به رنگ سفید روشن تا زرد بوده و کیفیت پخت آن به دلیل داشتن میزان آمیلوز متوسط، بسیار بهتر از رقم صالح است، اما نسبت به ارقام محلی کیفیت پخت ضعیف‌تری دارد. ارتفاع بوته در هر دو ژنوتیپ انتخابی کوتاه بوده و جزء ژنوتیپ‌های زودرس تا میان‌رس محسوب می‌شوند.

منابع مورد استفاده References

Allahgholipour, M. 2016. Genotype × environment interaction effect in rice genotypes using GGE biplot. Cereal Res. 6 (1): 1-14. (In Persian with English abstract).

Anonymous. 2015. Agricultural statistics in Iran. The first volume of crops in the growing season of 2013-2014. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran, Planning and Economic Deputy, Office of Statistics and Information Technology.

Becker, H. C. 1981. Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica, 30: 835-840.

FAO. 2015. http:// www.faostat.fao.org.

Gabriel, K. R. 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. Biometrika, 58: 453-467.

Gauch, H. G. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. Crop Sci. 46: 1488-1500.

Huhn, M. 1996. Nonparametric Analysis of Genotype × Environment Interactions by Ranks, p. 235-271. In: M. S. Kang and H. G. Gauch, Jr. (Eds.), Genotype-by-Environment Interaction, CRC Press, Boca Raton, FL., USA.

Kaya, Y., M. Akcura and S. Taner. 2006. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials in bread wheat. Turk. J. Agric. Forest. 30: 325-337.

Khush, G. S., 2005. What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. Plant Molecular Biology 59: 1-6.

Lakew, T., S. Tariku, T. Alem and M. Bitew. 2014. Agronomic performances and stability analysis of upland rice genotypes in North West Ethiopia. Int. J. Sci. Res. Pub. 4 (4):1-9.

Ma, B. L., W. Yan, L. M. Dwyer, J. Fregeau-Reid, H. D. Voldeng, Y. Dion and H. Nass. 2004. Graphic analysis of genotype, environment, nitrogen fertilizer and their interaction on spring wheat yield. Agron. J. 96: 169-180.

Moreno-Gonzalez, J., J. Crossa and P. L. Cornelius. 2004. Genotype × environment interaction in multi-environment trials using shrinkage factors for AMMI models. Euphytica, 137: 119–127.

Mostafavi, K., S. S. Hosseini Imeni and M. Zare. 2011. Stability analysis of rice genotypes based GGE biplot method in north of Iran. J. Appl. Sci. Res. 7(11): 1690-1694.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

Samonte, S. O. P. B., L. T. Wilson, A. M. McClung and J. C. Medley. 2005. Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analyses. Crop Sci. 45: 2414–2424.

Yan, W., L. A. Hunt, Q. Sheng and Z. Szlavnics. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Sci. 40: 597–605.

Yan, W., P. L. Cornelius, J. Crossa and L. A. Hunt. 2001. Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. Crop Sci. 41: 656-663.

Yan, W. and M. S. Kang. 2003. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL., USA.

Yan, W., M. S. Kang, B. Ma, S. Woods and P. L. Cornelius. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. Crop Sci. 47: 643–655.

Zobel, R., W. M. J. Wright and H. G. Gauch. 1988. Statistical analysis of a yield trial. Agron. J. 80: 388–393.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]

Analysis of grain yield stability of new rice (*Oryza sativa* L.) genotypes originated from Iranian local cultivars

Allahgholipour, M. [1]

ABSTRACT

Allahgholipour, M. 2017. Analysis of grain yield stability of new rice (*Oryza sativa* L.) genotypes originated from Iranian local cultivars**. Iranian Journal of Crop Sciences. 18(4): 288-301. (In Persian).**

Genotype × environment interaction (GEI) effect is very important for plant breeders. Identifying the GEI effect would help breeders for better evaluation of different genotypes and select the superior genotypes based on both high grain yield and its stability. In this study, thirteen advanced rice genotypes orignated fromthe Iranian local rice varieties including two local rice cultivars (Hashemi and Saleh) as checks were evaluated in randomized complete block design with three replications at three locations (Rasht, Abkenar and Chaparsar) in two rice growing seasons (2014-2015). Analysis of variance indicated significant differences among rice genotypes for grain yield in three locations. GGE biplot analysis revealed that the first principal component (PC_1) explained 77% of the total variation while PC_2 explained 20%. Thus, the two components together accounted for 97% of the G + GE variation for the grain yield in all environments. Two distinct mega-environments were also identified. The first mega-environment included; Rasht and Abkenar in which genotypes RI18430-47, RI18430-56, RI18430-87, RI18430-12 and RI18430-72 were the winners. The second mega-environment included; Chaparsar in which genotype RI18430-77 was the winner. RI18430-12 and RI18430-47 genotypes were selected as superior genotypes for their higher grain yield and its stability, intermediate amylose content, early maturity, suitable plant height, high head rice recovery and lower breakage. These two genotypes have been obtained from crossing between Saleh (improved cultivar) as a female parent and Hashemi (local) as male parent. Considering phenotypic characteritics, RI18430-12 was similar to the local rice variety with long grains and short black awns. The cooking quality of this line was as good as as local rice cultivars such as Hashemi and Domsiah. However, RI18430-47 genotype was similar to Saleh cultivar with bold and long grains. RI18430-47 has short awns and its grain quality with intermediate amylose content is better than Saleh cultivar, but lower than Hasehmi. Plant height of these two selected rice genotypes are short, and could be classified in early to medium maturity groups.

Key words: Amylose content, Genotype × Environment interaction, GGE biplot analysis, Grain yiled stability and Rice.

Received: November, 2016 **Accepted: February, 2017**

1. Assistant Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran. (Email: mehrzadallahgholipour@yahoo.com)

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.4.2.7]